

539,509

10/539509

Rec'd PCT/PTO 17 JUN 2005

(12) NACH DEM VERTÜBLICHEN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/056892 A2(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C08F 265/04,  
265/06, 285/00, C08L 51/00, 55/02, 33/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011541

(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Oktober 2003 (18.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 60 065.1 19. Dezember 2002 (19.12.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): RÖHM GMBH & CO. KG [DE/DE]; Kirschenallee,  
64293 Darmstadt (DE).

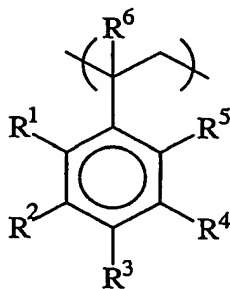
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHULTES, Klaus  
[DE/DE]; Heinrich-von-Brentano-Strasse 17, 65197 Wies-  
baden (DE). MÜLLER, Reiner [DE/DE]; Schillerstrasse  
12, 64584 Biebesheim (DE). SPIESS, Andreas [DE/DE];  
Steinweg 55a, 64807 Dieburg (DE). ALBRECHT, Klaus[DE/DE]; Vogelsbergstrasse 43, 55129 Mainz (DE).  
HÖSS, Werner [DE/DE]; Hohe Bergstrasse 43, 63150  
Heusenstamm (DE).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CORE AND SHELL PARTICLE FOR MODIFYING IMPACT RESISTANCE OF A MOULDBLE  
POLY(METH)ACRYLATE MATERIAL(54) Bezeichnung: KERN-SCHALE-TEILCHEN ZUR SCHLAGZÄHMODIFIZIERUNG VON POLY(METH)  
ACRYLAT-FORMMASSEN

(I)

(57) Abstract: The invention relates to a core and shell particle comprising a core, a first shell and eventually a second shell. Said core consists of at least 75.0 mass % (meth)acrylate repeating units with respect to the total mass thereof. The first shell has an internal glass transition temperature of 30 °C. The second shell consists of at least 75.0 mass % (meth)acrylate repeating units with respect to the total mass thereof. The first shell contains the following elements with respect to the total mass thereof: E) 92.0 to 98.0 mass % (meth)acrylate repeating units and F) 2.0 to 8.0 mass % styrene repeating units of the formula (i), wherein groups from R<sup>1</sup> to R<sup>6</sup> are defined in the claim and the mass percentages of E) and F) are summarised in such a way that they form 100 mass %. The radius of the core and shell particle, including the eventual second shell, which is measured using the Coulter principle ranges from 160.0 to 240.0 nm. A method for producing the core and shell particle on a mouldable material containing it and for using said core and shell particle is also disclosed.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kern-Schale-Teilchen, das einen Kern, eine erste Schale und gegebenenfalls einer zweiten Schale aufweist, wobei: i) der Kern, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten umfasst; ii) die erste Schale eine Glasübergangstemperatur kleiner 30 °C aufweist; iii) die gegebenenfalls vorhandene zweite Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten umfasst; iv) die erste Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, die nachstehenden Bestandteile umfasst: E) 92,0 bis 98,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten und F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I), wobei die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>6</sup> gemäss der Beschreibung definiert sind und sich die Gewichtsprozente von E) und F) zu 100,0 Gew.-% addieren, v) der Radius des Kern-Schale-Teilchens inklusive der gegebenenfalls vorhandenen zweiten Schale, gemessen nach dem Coulter-Verfahren, im Bereich von grösser 160,0 bis 240,0 nm liegt. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Kern-Schale-Teilchen, eine Formmasse enthaltend Kern-Schale-Teilchen sowie deren Verwendung.

WO 2004/056892 A2



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Kern-Schale-Teilchen zur Schlagzähmodifizierung von Poly(meth)acrylat-Formmassen

Die vorliegende Erfindung betrifft Kern-Schale-Teilchen, Verfahren zur Herstellung von Kern-Schale-Teilchen, Formmassen enthaltend Kern-Schale-Teilchen sowie deren Verwendung. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf Kern-Schale-Teilchen, welche zur Schlagzähmodifizierung von Poly(meth)acrylat-Formmassen eingesetzt werden können. Es ist bereits seit langem bekannt, dass die Kerbschlagzähigkeit von Formmassen, insbesondere von Poly(meth)acrylat-Formmassen, verbessert werden kann, indem man der Formmasse eine geeignete Menge sogenannter Schlagzähmodifizierer zusetzt. Dabei hat sich der Einsatz von Kern-Schale-Teilchen mit einer oder zwei Schalen in der Technik durchgesetzt. Diese weisen im allgemeinen eine elastomere Phase auf, wobei bei einem Kern-Schale-Teilchen mit einer Schale meist der Kern und bei einem Kern-Schale-Teilchen mit zwei Schalen meist die auf den Kern aufgepfropfte erste Schale die elastomere Phase darstellen.

Beispielsweise offenbart das US-Patent US 3 793 402 schlagzähe Formmassen, insbesondere auf Poly(meth)acrylat-Basis, welche 90 bis 4 Gew.-% eines mehrstufigen Kern-Schale-Teilchens mit einem harten Kern, einer elastomeren ersten Schale und einer harten zweiten Schale aufweisen. Typische Hauptbestandteile des Kerns und der zweiten Schale sind Alkylmethacrylate mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, insbesondere Methylmethacrylat. Die erste Schale ist im wesentlichen aus Butadien, substituierten Butadienen und/oder Alkylacrylaten mit 1 bis 8 Kohlenstoffatomen im Alkylrest aufgebaut. Sie kann jedoch auch 0 bis 49,9 Gew.-%, insbesondere 0,5 bis 30 Gew.-% copolymerisierbare Monomer-Einheiten, wie beispielsweise copolymerisierbare,

monoethylenisch-ungesättigte Monomer-Einheiten, enthalten. Dabei ist gemäß US 3 793 402 die Anwesenheit von 10 bis 25 Gew.-% copolymerisierbaren, monoethylenisch-ungesättigten Monomer-Einheiten, insbesondere von Styrol, ganz besonders vorteilhaft. Der Gesamtdurchmesser der Kern-Schale-Teilchen liegt im Bereich von 100 bis 300 nm.

In ähnlicher Weise beschreibt die deutsche Patentanmeldung DE 41 21 652 A1 Schlagzähmodifizierer für thermoplastische Kunststoffe, wie Polymethylmethacrylat, bestehend aus einem wenigstens dreiphasigen Emulsionspolymerisat, enthaltend

- A) einen harten Kern aus einem vernetzten Homo- oder Copolymerisat von ethylenisch-ungesättigten, radikalisch polymerisierbaren Monomeren;
- B) einer in Gegenwart des Kernmaterials erzeugten Elastomerphase mit einer Glasübergangstemperatur nicht über 10°C, die aufgebaut ist aus
  - a) einem Alkylester der Acrylsäure mit 1 bis 8 Kohlenstoffatomen im Alkylrest;
  - b) wenigstens einem vernetzenden Comonomeren mit zwei oder mehr polymerisierbaren Doppelbindungen im Molekül;
  - c) Arylalkylacrylat oder -methacrylat;
  - d) einer in Gegenwart der Elastomerphase erzeugten Hartphase aus einem Homo- oder Copolymerisat von ethylenisch-ungesättigten, radikalisch polymerisierbaren Monomeren mit einer Glasübergangstemperatur von wenigstens 50 °C.

Eine exemplarisch in dieser Druckschrift angeführte Formmasse (Beispiel 3) weist eine Izod-Kerbschlagzähigkeit bei Raumtemperatur von 6,2 kJ/m<sup>2</sup>,

bei -10 °C von 4,7 kJ/m<sup>2</sup> und bei -20 °C von 3,7 kJ/m<sup>2</sup> auf. Die Vicat-Erweichungstemperatur der Formmasse beträgt dabei 97 °C.

Die deutsche Patentanmeldung DE 41 36 993 A1 offenbart schlagzähmodifizierte Formmassen, welche 10 bis 96 Gew.-% eines Polymerisats auf Basis von Polymethylmethacrylat und 4 bis 90 Gew.-% eines mehrstufigen Kern-Schale-Schale-Teilchens enthalten, wobei für die Herstellung des Kerns und der zweiten Schale jeweils eine Monomermischung eingesetzt wird, die im wesentlichen Methylmethacrylat enthält. Die Monomermischung für die erste Schale umfasst 60 bis 89,99 Gew.-% Acrylsäurealkylester mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und/oder Cycloalkylacrylate mit 5 bis 8 Kohlenstoffatomen im Cycloalkylrest und 10 bis 39,99 Gew.-% Acrylsäure-phenyl-alkylester mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylrest sowie gegebenenfalls weitere Bestandteile. Der mittlere Teilchendurchmesser der Kern-Schale-Schale-Teilchen liegt im Bereich von 50 nm bis 1000 nm, insbesondere im Bereich von 150 nm bis 400 nm.

Das europäische Patent EP 0 828 772 B1 beschreibt die Schlagzähmodifizierung von Poly(meth)acrylaten mittels mehrstufiger Kern-Schale-Teilchen, die aus einem Kern, einer ersten Schale und gegebenenfalls einer zweiten Schale bestehen und von vinylisch ungesättigten Verbindungen mit mindestens zwei gleich reaktiven Doppelbindungen frei sind. Dabei enthält der Kern ein erstes (Meth)acrylpolymer. Die erste Schale weist ein Polymer mit tiefer Glasübergangstemperatur auf, welches 0 bis 25 Gew.-%, insbesondere 5 bis 26 Gew.-%, eines styrolischen Monomers und 75 bis 100 Gew.-% eines (Meth)acrylmonomers, das ein Homopolymer mit einer Glasübergangstemperatur zwischen -75 °C und -5° C bildet, umfasst. Die gegebenenfalls vorhandene zweite Schale enthält ein zweites (Meth)acrylpolymer, das dem ersten (Meth)acrylpolymer entsprechen oder

von ihm verschieden sein kann. Der Gesamtdurchmesser der Kern-Schale-Teilchen liegt im Bereich von 250 nm bis 320 nm.

Neben den Emulsionspolymerisaten werden vereinzelt auch Suspensionspolymerisate zur Schlagzähmodifizierung von Formmassen eingesetzt. Hier liegt der Kautschuk mit beispielsweise Polymethylmethacrylat gepfropft relativ fein verteilt in der Matrix der Formmasse, beispielsweise Polymethylmethacrylat, vor. Die elastomere Phase besteht aus einem meist vernetzten Copolymerisat mit niedriger Glasübergangstemperatur kleiner 25 °C, welche üblicherweise Alkylacrylat-Einheiten mit 1 bis 8 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, insbesondere Butylacrylat-Einheiten, als Hauptkomponente aufweisen. Vereinzelt werden auch Polybutadien oder Polybutadien-Copolymere als Zähphase eingesetzt.

Obwohl schon unter Verwendung der vorstehend beschriebenen Schlagzähmodifizierer eine deutliche Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit erreicht werden kann, ist diese jedoch für viele Anwendungen noch nicht vollkommen befriedigend. So erfordert insbesondere die Schlagzähmodifizierung bei tiefen Temperaturen eine verhältnismäßig große Menge dieser Schlagzähmodifizierer, welches wiederum zu einer deutlichen Verschlechterung der anderen, für die Anwendung bedeutenden Eigenschaften der Formmasse, insbesondere des E-Moduls, der Schmelzviskosität, der Vicat-Temperatur und der Strangaufweitung, führt.

Von der Technik werden daher Schlagzähmodifizierer gefordert, welche bei möglichst geringen Mengen an Schlagzähmodifizierer eine hinreichende Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit einer Formmasse, insbesondere bei tiefen Temperaturen ermöglicht, ohne dass gleichzeitig die anderen bedeutenden Eigenschaften der Formmasse, insbesondere der E-Modul, die Schmelzviskosität, die Vicat-Temperatur und die

Strangaufweitung, merklich verschlechtert werden. Dabei soll die Formmasse eine Kerbschlagzähigkeit nach Izod bei 23 °C vorzugsweise größer 6,0 kJ/m<sup>2</sup>, ein E-Modul vorzugsweise größer 1450 MPa, eine Schmelzviskosität vorzugsweise größer 2000 Pa s und günstigerweise kleiner 4500 Pa s, eine Vicat-Temperatur vorzugsweise größer 93 °C sowie eine Strangaufweitung vorzugsweise im Bereich von 0 bis 20 % aufweisen.

In Anbetracht des Standes der Technik war es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Schlagzähmodifizierer für Formmassen, insbesondere für Poly(meth)acrylat-Formmassen, zur Verfügung zu stellen, welche eine Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit von Formmassen, insbesondere bei tiefen Temperaturen, ermöglichen, ohne gleichzeitig die anderen, für die Anwendung bedeutenden Eigenschaften der Formmasse, insbesondere der E-Modul, die Schmelzviskosität, die Vicat-Temperatur und die Strangaufweitung, merklich zu verschlechtern. Dabei sollten die Formmassen eine Kerbschlagzähigkeit nach Izod bei 23 °C vorzugsweise größer 6,0 kJ/m<sup>2</sup>, ein E-Modul vorzugsweise größer 1450 MPa, eine Schmelzviskosität vorzugsweise größer 2000 Pa s und günstigerweise kleiner 4500 Pa s, eine Vicat-Temperatur vorzugsweise größer 93 °C sowie eine Strangaufweitung vorzugsweise im Bereich von 0 bis 20 % aufweisen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war auch darin zu erblicken, Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Schlagzähmodifizierer anzugeben, welche auf einfache Art und Weise, im industriellen Maßstab und kostengünstig herstellbar sind.

Der vorliegenden Erfindung lag auch die Aufgabe zugrunde,

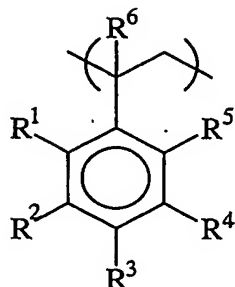
Anwendungsgebiete und Verwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Schlagzähmodifizierer anzugeben.

Gelöst werden diese sowie weitere nicht explizit genannte Aufgaben, die jedoch aus den hierin einleitend diskutierten Zusammenhängen ohne weiteres ableitbar oder erschließbar sind, durch ein Kern-Schale-Teilchen mit allen Merkmalen des vorliegenden Patentanspruchs 1. Zweckmäßige Abwandlungen des erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchens werden in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen unter Schutz gestellt. Der Anspruch der Verfahrenskategorie schützt eine bevorzugte Herstellungsweise des erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchens. Weiterhin werden schlagzähmodifizierte Poly(meth)acrylat-Formmassen, welche erfindungsgemäße Kern-Schale-Teilchen enthalten, sowie bevorzugte Einsatzgebiete dieser Formmassen beansprucht.

Dadurch, dass man ein Kern-Schale-Teilchen bereitstellt, welches aus einem Kern, einer ersten Schale und gegebenenfalls einer zweiten Schale besteht, wobei:

- i) der Kern, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten umfasst;
- ii) die erste Schale eine Glasübergangstemperatur kleiner 30 °C aufweist;
- iii) die gegebenenfalls vorhandene zweite Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten umfasst;
- iv) die erste Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, die nachstehenden Bestandteile umfasst:
  - E) 92,0 bis 98,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten und
  - F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)





(I)

wobei die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, ein Halogen, eine C<sub>1-6</sub>-Alkylgruppe oder eine C<sub>2-6</sub>-Alkenylgruppe bezeichnen und der Rest R<sup>6</sup> Wasserstoff oder eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen ist,

wobei sich die Gewichtsprozentage von E) und F) zu 100,0 Gew.-% addieren,

v) der Radius des Kern-Schale-Teilchens inklusive der gegebenenfalls vorhandenen zweiten Schale, gemessen nach dem Coulter-Verfahren, im Bereich von größer 160,0 bis 240,0 nm liegt,

gelingt es auf nicht ohne weiteres vorhersehbare Weise, einen Schlagzähmodifizierer für Formmassen, insbesondere für Poly(meth)acrylat-Formmassen zugänglich zu machen, welcher eine Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit von Formmassen, insbesondere bei tiefen Temperaturen, ermöglicht, ohne gleichzeitig die anderen, für die Anwendung bedeutenden Eigenschaften der Formmasse, insbesondere der E-Modul, die Schmelzviskosität, die Vicat-Temperatur und die Strangaufweitung, merklich zu verschlechtern. Dabei weisen erfindungsgemäß besonders geeignete Formmassen eine Kerbschlagzähigkeit nach Izod bei 23 °C vorzugsweise größer 6,0 kJ/m<sup>2</sup>, ein E-Modul vorzugsweise größer 1450 MPa, eine Schmelzviskosität vorzugsweise größer 2000 Pa.s und günstigerweise kleiner 4500 Pa.s, eine Vicat-Temperatur vorzugsweise größer 93 °C sowie eine Strangaufweitung vorzugsweise im Bereich von 0 bis 20 % auf.

Zugleich lassen sich durch Einsatz der erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen eine Reihe wichtiger Vorteile erzielen. Hierzu gehören unter anderem:

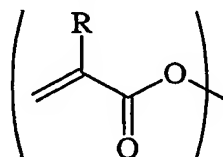
- ⇒ Durch Verwendung der erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen werden Formmassen mit deutlich verbesserten Kerbschlagzähigkeit-Werten, insbesondere bei tiefen Temperaturen kleiner 0 °C, zweckmäßigerweise Formmassen mit einer Kerbschlagzähigkeit nach Izod gemäß ISO 180 größer 3,7 kJ/m<sup>2</sup> bei -20 °C, zugänglich.
- ⇒ Im Vergleich mit herkömmlichen Schlagzähmodifizierern reichen deutlich geringere Mengen der erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen aus, um Formmassen mit vergleichbaren Kerbschlagzähigkeiten bei tiefen Temperaturen, insbesondere bei -20 °C, zu erhalten.
- ⇒ Die erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen können auf einfache Art und Weise, großtechnisch und kostengünstig hergestellt werden.
- ⇒ Die auf erfindungsgemäße Weise schlagzähmodifizierten Formmassen zeichnen sich durch ein deutlich verbessertes Eigenschaftsprofil bei tiefen Temperaturen, insbesondere bei -20 °C, aus. Dies prädestiniert sie für Anwendungen bei tiefen Temperaturen, insbesondere bei Temperaturen kleiner 0 °C.

Die vorliegende Erfindung betrifft Kern-Schale-Teilchen, welche einen Kern, eine erste Schale und gegebenenfalls eine zweite Schale aufweisen. Darüber hinaus können die erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen gegebenenfalls weitere Schalen umfassen, obwohl sich für die Zwecke der vorliegenden Erfindung solche Kern-Schale-Teilchen besonders bewährt haben, welche aus einem Kern, einer ersten Schale und vorzugsweise einer zweiten Schale bestehen.

Der Begriff "Kern-Schale-Teilchen" ist aus dem Stand der Technik bestens bekannt und bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Erfindung Polymerisate, welche durch mehrstufige Emulsionspolymerisation erhältlich sind. Dieses Verfahren ist in dem Stand der Technik bereits seit langem bekannt und wird beispielsweise in Houben-Weyl, Band E20, Teil 2 (1987), S. 1150 ff. ausgeführt und erläutert. Weitere wertvolle Hinweise kann der Fachmann auch den Druckschriften US 3 793 402, DE 41 21 652 A1, DE 41 36 993 A1, EP 828 772 A1 entnehmen, auf deren Offenbarung hiermit explizit Bezug genommen wird.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung weist der Kern, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 75 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten auf.

Dabei bezeichnen im Rahmen der vorliegenden Erfindungen die Schreibweise "(Meth)acrylate" Acrylate, Methacrylate sowie Mischungen aus beiden. Sie umfassen somit Verbindungen, welche mindestens eine Gruppe der folgenden Formel aufweisen



wobei R Wasserstoff oder einen Methylrest kennzeichnet. Zu ihnen gehören insbesondere Alkylacrylate und/oder Alkylmethacrylate.

Vorzugsweise umfasst der Kern, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht, A) 50,0 bis 99,9 Gew.-%, zweckmäßigerweise 60,0 bis 99,9 Gew.-%, vorzugsweise 75,0 bis 99,9 Gew.-%, besonders bevorzugt 80,0 bis 99,0 Gew.-%, insbesondere 85,0 bis 99,0 Gew.-%, Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12,

insbesondere 1 bis 8, Kohlenstoffatomen im Alkylrest,

B) 0,0 bis 40,0 Gew.-%, vorzugsweise 0,0 bis 24,9 Gew.-%,

zweckmäßigerweise 1,0 bis 29,9 Gew.-% insbesondere 1,0 bis 14,9

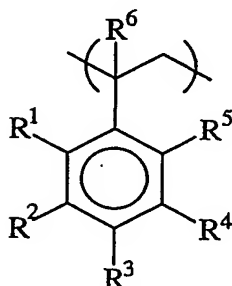
Gew.-%, Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20,

vorzugsweise 1 bis 12, besonders bevorzugt 1 bis 8, insbesondere 1

bis 4, Kohlenstoffatomen im Alkylrest,

C) 0,1 bis 2,0 Gew.-% vernetzende Wiederholungseinheiten und

D) 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)



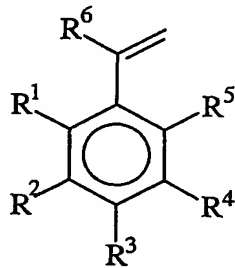
(I)

wobei sich die angegebenen Gewichtsprocente vorzugsweise zu 100,0 Gew.-% ergänzen.

Dabei sind die Verbindungen A), B), C) und D) natürlich voneinander verschieden, insbesondere umfassen die Verbindungen A) und B) keine vernetzenden Monomere C).

Die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>5</sup> bezeichnen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, ein Halogen, insbesondere Fluor, Chlor oder Brom, oder eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, vorzugsweise Wasserstoff. Der Rest R<sup>6</sup> kennzeichnet Wasserstoff oder eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, vorzugsweise Wasserstoff. Besonders geeignete Alkylgruppen mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen sind Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, iso-Propyl-, n-Butyl-, sec-Butyl-, tert.-Butyl-, n-Pentyl-, n-Hexylgruppen sowie Cyclopentyl- und Cyclohexylgruppen.

Somit umfassen styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I) wiederkehrende Struktureinheiten, welche durch Polymerisation von Monomeren der allgemeinen Formel (Ia) erhältlich sind.



(Ia)

Geeignete Monomere der allgemeinen Formel (Ia) umfassen insbesondere Styrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten in der Seitenkette, wie beispielsweise  $\alpha$ -Methylstyrol und  $\alpha$ -Ethylstyrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten an dem Ring, wie beispielsweise Vinyltoluol und p-Methylstyrol, halogenierte Styrole, wie beispielsweise Monochlorstyrole, Dichlorstyrole, Tribromstyrole und Tetrabromstyrole.

Unter den oben erwähnten Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten (A) werden wiederkehrende Struktureinheiten verstanden, welche durch Polymerisation von Estern der Methacrylsäure erhältlich sind. Geeignete Ester der Methacrylsäure umfassen insbesondere Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, Propylmethacrylat, Isopropylmethacrylat, n-Butylmethacrylat, sec-Butylmethacrylat, tert-Butylmethacrylat, Pentylmethacrylat, Hexylmethacrylat, Heptylmethacrylat, Octylmethacrylat, 2-Octylmethacrylat, Ethylhexylmethacrylat, Nonylmethacrylat, 2-Methyloctylmethacrylat, 2-tert.-Butylheptylmethacrylat, 3-iso-Propylheptylmethacrylat, Decylmethacrylat, Undecylmethacrylat, 5-Methylundecylmethacrylat, Dodecylmethacrylat, 2-Methyldodecylmethacrylat, Tridecylmethacrylat, 5-Methyltridecylmethacrylat, Tetradecylmethacrylat, Pentadecylmethacrylat,

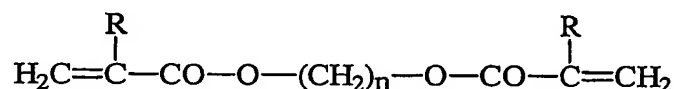
Hexadecylmethacrylat, 2-Methylhexadecylmethacrylat, Heptadecylmethacrylat, 5-iso-Propylheptadecylmethacrylat, 5-Ethyloctadecylmethacrylat, Octadecylmethacrylat, Nonadecylmethacrylat, Eicosylmethacrylat, Cycloalkylmethacrylate, wie beispielsweise Cyclopentylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, 3-Vinyl-2-butyl-cyclohexylmethacrylat, Cycloheptylmethacrylat, Cyclooctylmethacrylat, Bornylmethacrylat und Isobornylmethacrylat.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Kern, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 50 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 60 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 75 Gew.-%, insbesondere mindestens 85 Gew.-% Methylmethacrylat-Wiederholungseinheiten.

Unter den oben erwähnten Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten (B) werden wiederkehrende Struktureinheiten verstanden, welche durch Polymerisation von Estern der Acrylsäure erhältlich sind. Geeignete Ester der Acrylsäure umfassen insbesondere Methylacrylat, Ethylacrylat, Propylacrylat, Isopropylacrylat, n-Butylacrylat, sec-Butylacrylat, tert-Butylacrylat, Pentylacrylat, Hexylacrylat, Heptylacrylat, Octylacrylat, 2-Octylacrylat, Ethylhexylacrylat, Nonylacrylat, 2-Methyl-octylacrylat, 2-tert.-Butylheptylacrylat, 3-iso-Propylheptylacrylat, Decylacrylat, Undecylacrylat, 5-Methylundecylacrylat, Dodecylacrylat, 2-Methyldodecylacrylat, Tridecylacrylat, 5-Methyltridecylacrylat, Tetradecylacrylat, Pentadecylacrylat, Hexadecylacrylat, 2-Methylhexadecylacrylat, Heptadecylacrylat, 5-iso-Propylheptadecylacrylat, 5-Ethyloctadecylacrylat, Octadecylacrylat, Nonadecylacrylat, Eicosylacrylat, Cycloalkylacrylate, wie beispielsweise Cyclopentylacrylat, Cyclohexylacrylat, 3-Vinyl-2-butyl-cyclohexylacrylat, Cycloheptylacrylat, Cyclooctylacrylat, Bornylacrylat und Isobornylacrylat.

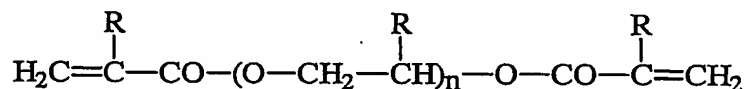
Unter den oben erwähnten vernetzenden-Wiederholungseinheiten (C) werden wiederkehrende Struktureinheiten verstanden, welche durch Polymerisation von vernetzenden Monomeren erhältlich sind. Geeignete vernetzende Monomere umfassen insbesondere alle die Verbindungen, welche in der Lage sind, unter den vorliegenden Polymerisationsbedingungen eine Vernetzung herbeizuführen. Hierzu gehören insbesondere

(a) Difunktionelle (Meth)acrylate, vorzugsweise Verbindungen der allgemeinen Formel:



worin R Wasserstoff oder Methyl ist und n eine positive ganze Zahl größer gleich 2, vorzugsweise zwischen 3 und 20 bezeichnet, insbesondere Di(meth)acrylate des Propandiols, Butandiols, Hexandiols, Octandiols, Nonandiols, Decandiols und des Eicosandiols;

Verbindungen der allgemeinen Formel:



worin R Wasserstoff oder Methyl ist und n eine positive ganze Zahl zwischen 1 und 14 bedeutet, insbesondere Di(meth)acrylate des Ethylenglycols, Diethylenglycols, Triethylenglycols, Tetraethylenglycols, Dodecaethylenglycols, Tetradecaethylenglycols, Propylenglycols, Dipropylglycols und des Tetradecapropylenglycols.

Glycerindi(meth)acrylat, 2,2'- Bis[p-(γ-methacryloxy-β-hydroxypropoxy)-phenylpropan] oder Bis-GMA, Biphenol-A-dimethacrylat, Neopentylglycoldi(meth)acrylat, 2,2'-Di(4-

methacryloxypolyethoxyphenyl)propan mit 2 bis 10 Ethoxygruppen pro Molekül und 1,2-Bis(3-methacryloxy-2-hydroxypropoxy)butan.

- (b) Tri- oder polyfunktionelle (Meth)acrylate, insbesondere Trimethylolpropantri(meth)acrylate und Pentaerythritoltetra(meth)acrylat.
- (c) Pfropfvernetzer mit mindestens zwei unterschiedlich reaktiven C-C-Doppelbindungen, insbesondere Allylmethacrylat und Allylacrylat;
- (d) aromatische Vernetzer, insbesondere 1,2-Divinylbenzol, 1,3-Divinylbenzol und 1,4-Divinylbenzol.

Vorzugsweise erfolgt die Auswahl der Gewichtsanteile der Bestandteile A) bis D) des Kerns derart, dass der Kern eine Glasübergangstemperatur  $T_g$  von mindestens 10 °C, vorzugsweise von mindestens 30 °C, aufweist. Dabei kann die Glasübergangstemperatur  $T_g$  des Polymerisates in bekannter Weise mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) ermittelt werden. Weiterhin kann die Glasübergangstemperatur  $T_g$  auch mittels der Fox-Gleichung näherungsweise voraus berechnet werden. Nach Fox T. G., Bull. Am. Physics Soc. 1, 3, Seite 123 (1956) gilt:

$$\frac{1}{T_g} = \frac{x_1}{T_{g_1}} + \frac{x_2}{T_{g_2}} + \dots + \frac{x_n}{T_{g_n}}$$

wobei  $x_n$  für den Massebruch (Gew.-%/100) des Monomeren n steht und  $T_{g_n}$  die Glasübergangstemperatur in Kelvin des Homopolymeren des Monomeren n bezeichnet. Weitere hilfreiche Hinweise kann der Fachmann dem Polymer Handbook 2<sup>nd</sup> Edition, J. Wiley & Sons, New York (1975) entnehmen, welche  $T_g$ -Werte für die geläufigsten Homopolymerisate angibt.



Die erste Schale der erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen weist eine Glasübergangstemperatur kleiner  $30^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise kleiner  $10^{\circ}\text{C}$ , insbesondere im Bereich von  $0$  bis  $-75^{\circ}\text{C}$ , auf. Dabei kann die Glasübergangstemperatur  $T_g$  des Polymerisates, wie vorstehend bereits erwähnt mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) ermittelt und/oder mittels der Fox-Gleichung näherungsweise voraus berechnet werden.

Die erste Schale umfasst, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, die nachstehenden Bestandteile:

- E) 92,0 bis 98,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten und
- F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I),

wobei sich die Gewichtsprocente zu 100 Gew.-% addieren.

Im Rahmen einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die erste Schale

- E-1) 90,0 bis 97,9 Gew.-% Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und/oder Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 7 bis 14 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, insbesondere Butylacrylat- und/oder Dodecylmethacrylat-Wiederholungseinheiten, und
- E-2) 0,1 bis 2,0 Gew.-% vernetzende Wiederholungseinheiten,
- F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I),

wobei sich die Gewichtsteile vorzugsweise zu 100,0 Gew.-Teilen addieren.

Dabei sind die Verbindungen E-1), E-2) und F) natürlich voneinander verschieden, insbesondere umfassen die Verbindungen E-1) keine vernetzenden Monomere E-2).

Die gegebenenfalls vorhandene zweite Schale umfasst, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, mindestens 75 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten. Sie enthält vorzugsweise

- G) 50,0 bis 100,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise 60,0 bis 100,0 Gew.-%, besonders bevorzugt 75,0 bis 100,0 Gew.-%, insbesondere 85,0 bis 99,5 Gew.-%, Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12, insbesondere 1 bis 8, Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
- H) 0,0 bis 40,0 Gew.-%, vorzugsweise 0,0 bis 25,0 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 15,0 Gew.-%, Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12, insbesondere 1 bis 8, Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
- I) 0,0 bis 10,0 Gew.-%, vorzugsweise 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I), wobei die angegebenen Gewichtsprozent vorzugsweise zu 100,0 Gew.-% addieren.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die zweite Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, mindestens 50 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 60 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 75 Gew.-%, insbesondere mindestens 85 Gew.-% Methylmethacrylat-Wiederholungseinheiten.

Weiterhin erfolgt die Auswahl der Bestandteile der zweiten Schale günstigerweise derart, dass die zweite Schale eine Glasübergangstemperatur  $T_g$  von mindestens 10 °C, vorzugsweise von mindestens 30 °C, aufweist. Dabei kann die Glasübergangstemperatur  $T_g$  des Polymerisates, wie vorstehend bereits erwähnt mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) ermittelt und/oder mittels der Fox-Gleichung näherungsweise voraus berechnet werden.

Der Gesamtradius des Kern-Schale-Teilchens inklusive der gegebenenfalls vorhandenen zweiten Schale liegt im Bereich von größer 160 bis 240 nm, vorzugsweise im Bereich von 170 bis 220 nm, insbesondere im Bereich von 175 bis 210 nm. Dabei wird der Gesamtradius gemäß dem Coulter-Verfahren bestimmt. Dieses in der Literatur bekannte Verfahren zur Partikelgrößen-Bestimmung beruht auf der Messung des elektrischen Widerstands, der sich beim Durchtritt von Teilchen durch eine enge Messöffnung in charakteristischer Weise ändert. Weitere Details können beispielsweise Nachr. Chem. Tech. Lab. 43, 553-566 (1995) entnommen werden.

Weiterhin hat es sich für die Zwecke der vorliegenden Erfindung als ganz besonders günstig erwiesen, dass, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht,

- i) der Kern 5,0 bis 50,0 Gew.-%, vorzugsweise 15,0 bis 50,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise 25,0 bis 45,0 Gew.-%, insbesondere 30,0 bis 40,0 Gew.-%,
- ii) die erste Schale 20,0 bis 75,0 Gew.-%, vorzugsweise 30,0 bis 60,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise 35,0 bis 55,0 Gew.-%, insbesondere 40,0 bis 50 Gew.-%, und
- iii) die zweite Schale 0,0 bis 50,0 Gew.-%, vorzugsweise 5,0 bis 40,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise 10,0 bis 30,0 Gew.-%, insbesondere 15,0 bis 25,0 Gew.-%,

ausmacht, wobei sich die Gewichtsprozentante vorzugsweise zu 100,0 Gew.-% addieren.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen kann auf an sich bekannte Weise, beispielsweise mittels mehrstufiger Emulsionspolymerisation erfolgen. Zweckmäßigerweise erfolgt sie durch ein Verfahren, bei welchem man Wasser und Emulgator vorlegt. Dabei enthält die Vorlage vorzugsweise 90,00 bis 99,99 Gew.-Teile Wasser und 0,01 bis 10,00 Gew.-Teile Emulgator, wobei sich die angegebenen

Gewichtsteile günstigerweise zu 100,00 Gewichtsteilen addieren.

Zu dieser Vorlage werden dann schrittweise in der folgenden Reihenfolge

- b) die Monomere für den Kern in den gewünschten Verhältnissen zugegeben und bis zu einem Umsatz von mindestens 85,0 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 90,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 95,0 Gew.-%, insbesondere mindestens 99 Gew.-%, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht, polymerisiert,
- c) die Monomere für die erste Schale in den gewünschten Verhältnissen zugegeben und bis zu einem Umsatz von mindestens 85,0 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 90,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 95,0 Gew.-%, insbesondere mindestens 99 Gew.-%, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht, polymerisiert,
- d) gegebenenfalls die Monomere für die zweite Schale in den gewünschten Verhältnissen zugegeben und bis zu einem Umsatz von mindestens 85,0 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 90,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 95,0 Gew.-%, insbesondere mindestens 99 Gew.-%, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht, polymerisiert.

Dabei bezeichnen Polymere im Sinne der vorliegenden Erfindung Verbindungen, welche im Vergleich mit der jeweiligen Ausgangsverbindung A) bis I), dem sogenannten Monomer, mindestens das zehnfache Molekulargewicht aufweisen.

Die Verfolgung des Reaktionsfortschrittes der Polymerisation in jeden Schritt kann auf bekannte Weise, beispielsweise gravimetrisch oder mittels Gaschromatographie erfolgen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Polymerisation in den Schritten b) bis d) vorzugsweise bei einer Temperatur im Bereich von 0 bis 120 °C, vorzugsweise im Bereich von 30 bis 100 °C durchgeführt.

Dabei haben sich Polymersiationstemperaturen im Bereich von größer 60 bis kleiner 90 °C, zweckmäßigerweise im Bereich von größer 70 bis kleiner 85 °C, vorzugsweise im Bereich von größer 75 bis kleiner 85 °C, als ganz besonders günstig erwiesen.

Die Initiierung der Polymerisation erfolgt mit den für die Emulsionspolymerisation gebräuchlichen Initiatoren. Geeignete organische Initiatoren sind beispielsweise Hydroperoxide, wie tert.-Butyl-Hydroperoxid oder Cumolhydroperoxid. Geeignete anorganische Initiatoren sind Wasserstoffperoxid sowie die Alkalimetall- und die Ammoniumsalze der Peroxodischwefelsäure, insbesondere Natrium- und Kaliumperoxodisulfat. Geeignete Redox-Initiatorsysteme sind beispielsweise Kombinationen von tertiären Aminen mit Peroxiden oder Natriumdisulfit und Alkalimetall- und die Ammoniumsalze der Peroxodischwefelsäure, insbesondere Natrium- und Kaliumperoxodisulfat, oder besonders bevorzugt Peroxide. Weitere Details können der Fachliteratur, insbesondere H. Rauch-Puntigam, Th. Völker, "Acryl- und Methacrylverbindungen", Springer, Heidelberg, 1967 oder Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 1, Seiten 386ff, J. Wiley, NewYork, 1978 entnommen werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist der Einsatz von organischen und/oder anorganischen Initiatoren besonders bevorzugt.

Die genannten Initiatoren können sowohl einzeln als auch in Mischung verwendet werden. Sie werden vorzugsweise in einer Menge von 0,05 bis 3,0 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Monomere der jeweiligen Stufe, eingesetzt. Man kann auch bevorzugt die Polymerisation mit einem Gemisch verschiedener Polymerisationsinitiatoren unterschiedlicher Halbwertszeit durchführen, um den Radikalstrom im Verlauf der Polymerisation sowie bei verschiedenen Polymerisationstemperaturen konstant zu halten.

Die Stabilisierung des Ansatzes erfolgt vorzugsweise mittels Emulgatoren und/oder Schutzkolloiden. Bevorzugt wird die Stabilisierung durch Emulgatoren, um eine niedrige Dispersionsviskosität zu erhalten. Die Gesamtmenge an Emulgator beträgt vorzugsweise 0,1 bis 5 Gew.-%, insbesondere 0,5 bis 3 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Monomere A) bis I). Besonders geeignete Emulgatoren sind anionische oder nichtionische Emulgatoren oder deren Mischungen, insbesondere:

- \* Alkylsulfate, vorzugsweise solche mit 8 bis 18 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, Alkyl- und Alkylarylethersulfate mit 8 bis 18 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und 1 bis 50 Ethylenoxideinheiten;
- \* Sulfonate, vorzugsweise Alkylsulfonate mit 8 bis 18 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, Alkylarylsulfonate mit 8 bis 18 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, Ester und Halbester der Sulfobernsteinsäure mit einwertigen Alkoholen oder Alkylphenolen mit 4 bis 15 Kohlenstoffatomen im Alkylrest; gegebenenfalls können diese Alkohole oder Alkylphenole auch mit 1 bis 40 Ethylenoxideinheiten ethoxyliert sein;
- \* Phosphorsäureteilester und deren Alkali- und Ammoniumsalze, vorzugsweise Alkyl- und Alkylarylphosphate mit 8 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkyl- bzw. Alkylarylrest und 1 bis 5 Ethylenoxideinheiten;
- \* Alkylpolyglykolether, vorzugsweise mit 8 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und 8 bis 40 Ethylenoxideinheiten;
- \* Alkylarylpolyglykolether, vorzugsweise mit 8 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkyl- bzw. Alkylarylrest und 8 bis 40 Ethylenoxideinheiten;
- \* Ethylenoxid/Propylenoxid-Copolymere, vorzugsweise Blockcopolymere, günstigerweise mit 8 bis 40 Ethylenoxid- bzw. Propylenoxideinheiten.

Erfindungsgemäß bevorzugt werden Gemische aus anionischem Emulgator und nichtionischen Emulgator eingesetzt. Dabei haben sich Gemische aus einem Ester oder Halbesther der Sulfobernsteinsäure mit einwertigen Alkoholen oder Alkylphenolen mit 4 bis 15 Kohlenstoffatomen im Alkylrest als anionischem Emulgator und einem Alkylpolyglykoether, bevorzugt mit 8 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und 8 bis 40 Ethylenoxideinheiten, als nichtionischem Emulgator in einem Gewichtsverhältnis von 8 : 1 bis 1 : 8 ganz besonders bewährt.

Gegebenenfalls können die Emulgatoren auch in Mischung mit Schutzkolloiden eingesetzt werden. Geeignete Schutzkolloide umfassen u. a. teilverseifte Polyvinylacetate, Polyvinylpyrrolidone, Carboxymethyl-, Methyl-, Hydroxyethyl-, Hydroxypropyl-Cellulose, Stärken, Proteine, Poly(meth)acrylsäure, Poly(meth)acrylamid, Polyvinylsulfonsäuren, Melaminformaldehydsulfonate, Naphthalinformaldehydsulfonate, Styrol-Maleinsäure- und Vinylethermaleinsäure-Copolymere. Falls Schutzkolloide eingesetzt werden, erfolgt dies vorzugsweise in einer Menge von 0,01 bis 1,0 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Monomere A) bis I). Die Schutzkolloide können vor dem Start der Polymerisation vorgelegt oder zudosiert werden.

Der Initiator kann vorgelegt oder zudosiert werden. Weiterhin ist es auch möglich, einen Teil des Initiators vorzulegen und den Rest zudosieren.

Bevorzugt wird die Polymerisation durch Erhitzen des Ansatzes auf die Polymerisationstemperatur und Zudosierung des Initiators, vorzugsweise in wässriger Lösung, gestartet. Die Dosierungen von Emulgator und Monomeren können separat durchgeführt werden oder als Gemisch. Bei der Zudosierung von Gemischen aus Emulgator und Monomer wird so vorgegangen, dass Emulgator und Monomer in einem dem Polymerisationsreaktor vorgeschalteten Mischer vorgemischt werden. Bevorzugt wird der Rest an Emulgator und der Rest an Monomer, welche

nicht vorgelegt wurden, nach dem Start der Polymerisation getrennt voneinander zudosiert. Vorzugsweise wird mit der Dosierung 15 bis 35 Minuten nach dem Start der Polymerisation begonnen.

Weiterhin ist es für die Zwecke der vorliegenden Erfindung besonders vorteilhaft, dass die Vorlage ein sogenanntes "Saatlatex" enthält, welches vorzugsweise durch Polymerisation von Alkyl(meth)acrylaten erhältlich ist und darüber hinaus günstigerweise einen Teilchenradius, im Bereich von 3,0 bis 20,0 nm aufweist. Diese kleinen Radien können nach einer definierten Aufpolymerisation des Saatlatex, bei der eine Schale um den Saatlatex aufgebaut wird und die Radien der so hergestellten Teilchen nach dem Coulter-Verfahren gemessen wurden, berechnet werden. Dieses in der Literatur bekannte Verfahren zur Partikelgrößen-Bestimmung beruht auf der Messung des elektrischen Widerstands, der sich beim Durchtritt von Teilchen durch eine enge Messöffnung in charakteristischer Weise ändert. Weitere Details können beispielsweise Nachr. Chem. Tech. Lab. 43, 553-566 (1995) entnommen werden.

Zu dem Saatlatex werden die Monomerbestandteile des eigentlichen Kerns, d. h. die erste Zusammensetzung, vorzugsweise unter solchen Bedingungen zugegeben, dass die Bildung neuer Teilchen vermieden wird. Dadurch wird das in der ersten Verfahrensstufe entstehende Polymerisat schalenförmig um das Saatlatex herum gelagert. Analog werden die Monomerbestandteile des ersten Schalenmaterials (zweite Zusammensetzung) unter solchen Bedingungen zu dem Emulsionspolymerisat zugegeben, dass die Bildung neuer Teilchen vermieden wird. Dadurch wird das in der zweiten Stufe entstehende Polymerisat schalenförmig um den bestehenden Kern herum gelagert. Diese Vorgehensweise ist für jede weitere Schale entsprechend zu wiederholen.



Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die erfindungsgemäßen Kern-Schale-Teilchen durch ein Emulsionspolymerisationsverfahren erhalten werden, bei dem man anstatt des Saatlatexes einen langkettigen, aliphatischen Alkohol, vorzugsweise mit 12 bis 20 Kohlenstoffatomen, emulgiert vorlegt. In einer bevorzugten Ausführungsform dieses Verfahrens wird Stearylalkohol als langkettiger, aliphatischer Alkohol verwendet. Die Kern-Schale-Struktur wird analog zur oben beschriebenen Vorgehensweise durch schrittweise Zugabe und Polymerisation der entsprechenden Monomere unter Vermeidung der Bildung neuer Teilchen erhalten. Weitere Einzelheiten zum Polymerisationsverfahren kann der Fachmann den Patentschriften DE 3343766, DE 3210891, DE 2850105, DE 2742178 und DE 3701579 entnehmen.

Unabhängig von der konkreten Vorgehensweise hat es sich jedoch im Rahmen der vorliegenden Erfindung als ganz besonders günstig erwiesen, die zweite und die dritte Monomermischung nach Maßgabe des Verbrauchs zuzudosieren.

Die Einstellung der Kettenlängen, insbesondere der (Co)Polymerisate der zweiten Schale, kann durch Polymerisation des Monomers bzw. des Monomerengemisches in Gegenwart von Molekulargewichtsreglern erfolgen, wie insbesondere von den dafür bekannten Mercaptanen, wie beispielsweise n-Butylmercaptan, n-Dodecylmercaptan, 2-Mercaptoethanol oder 2-Ethylhexylthioglycolat, Pentaerythritetrathioglycolat; wobei die Molekulargewichtsregler im allgemeinen in Mengen von 0,05 bis 5 Gew.-% bezogen auf das Monomerengemisch, bevorzugt in Mengen von 0,1 bis 2 Gew.-% und besonders bevorzugt in Mengen von 0,2 bis 1 Gew.-% auf das Monomerengemisch eingesetzt werden (vgl. beispielsweise H. Rauch-Puntigam, Th. Völker, "Acryl- und Methacrylverbindungen", Springer,

Heidelberg, 1967; Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Bd. XIV/1. Seite 66, Georg Thieme, Heidelberg, 1961 oder Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 1, Seiten 296ff, J. Wiley, New York, 1978). Bevorzugt wird als Molekulargewichtsregler n-Dodecylmercaptan eingesetzt.

Nach Abschluss der Polymerisation kann zur Restmonomerentfernung in Anwendung bekannter Methoden nachpolymerisiert werden, beispielsweise mittels initiierteter Nachpolymerisation.

Da sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zur Herstellung von wässrigen Dispersionen mit hohem Feststoffgehalt größer 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der wässrigen Dispersion, eignet, wählt man die relativen Anteile aller Substanzen zweckmäßigerweise derart, dass das Gesamtgewicht der Monomere, bezogen auf das Gesamtgewicht der wässrigen Dispersion, größer 50,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise größer 51,0 Gew.-%, vorzugsweise größer 52,0 Gew.-%, ist. Zu den in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen Substanzen gehören neben den Monomeren auch alle anderen eingesetzten Substanzen, wie Wasser, Emulgator, Initiator, ggf. Regler und Schutzkolloide usw..

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren erhältlichen wässrigen Dispersionen zeichnen sich einen niedrigen Koagulatgehalt aus, welcher, bezogen auf das Gesamtgewicht der wässrigen Dispersion, vorzugsweise weniger als 5,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise weniger als 3,0 Gew.-%, insbesondere weniger als 1,5 Gew.-% ist. Gemäß einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die wässrige Dispersion, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, weniger als 1,0 Gew.-%, vorzugsweise weniger als 0,5 Gew.-%, zweckmäßigerweise weniger als 0,25 Gew.-%, insbesondere 0,10 Gew.-% oder weniger, Koagulat auf.

Dabei bezeichnet der Begriff "Koagulat" in diesem Zusammenhang wasserunlösliche Bestandteile, welche vorzugsweise durch Filtration der Dispersion zweckmäßigerweise über eine Filtermanschette mit eingespanntem Filtergewebe Nr. 0.90 DIN 4188 abfiltriert werden können.

Das erfindungsgemäße Kern-Schale-Teilchen kann aus der Dispersion beispielsweise durch Sprühtrocknen, Gefrierkoagulation, Ausfällen durch Elektrolytzusatz oder durch mechanische oder thermische Belastung, wie sie gemäß DE 27 50 682 A1 oder US 4 110 843 mittels eines Entgasungsextruders durchführbar ist, gewonnen werden. Das Verfahren der Sprühtrocknung ist am gebräuchlichsten, obwohl die anderen genannten Verfahren den Vorzug haben, dass dabei die wasserlöslichen Polymerisationshilfsstoffe wenigstens teilweise von dem Polymerisat abgetrennt werden.

Das erfindungsgemäße Kern-Schale-Teilchen dient zur Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit von harten thermoplastischen Kunststoffen, die mit der Hartphase verträglich sind, vorzugsweise von Poly(meth)acrylat-Formmassen, insbesondere von Polymethylmethacrylat.

Die Poly(meth)acrylat-Formmassen enthalten vorzugsweise weitere Polymere, um die Eigenschaften in geeigneter Weise zu modifizieren. Hierzu gehören insbesondere Polyacrylnitrile, Polystyrole, Polyether, Polyester, Polycarbonate und Polyvinylchloride. Diese Polymere können einzeln oder als Mischung eingesetzt werden, wobei im Rahmen einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Copolymere, die von den zuvor genannten Polymere ableitbar sind, den Formmassen beigelegt werden. Zu diesen gehören insbesondere Styrol-Acrylnitril-Copolymere (SAN), die vorzugsweise den Formmassen in einer Menge von bis zu 45 Gew.-% beigelegt werden.

Besonders bevorzugte Styrol-Acrylnitril-Copolymere können durch die Polymerisation von Mischungen erhalten werden, die aus 70,0 bis 92,0 Gew.-% Styrol 8,0 bis 30,0 Gew.-% Acrylnitril und 0,0 bis 22,0 Gew.-% weiterer Comonomere, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der zu polymerisierenden Monomere, bestehen.

In der Regel werden 100 Teilen der zu modifizierenden Formmasse 10 bis 60 Teile des Schlagzäh-Modifizierungsmittels zugemischt.

Erfindungsgemäß besonders bevorzugte Formmasse enthalten, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht,:

- A) 1,0 bis 50,0 Gew.-% mindestens eines Kern-Schale-Teilchens gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9;
  - B) 1,0 bis 99,0 Gew.-% mindestens eines (Meth)acrylpolymer,
  - C) 0,0 bis 45 Gew.-%, vorzugsweise 1,0 bis 45 Gew.-%, Styrol-Acrylnitril-Copolymere und
  - D) 0,0 bis 10,0 Gew.-% weiterer Zusatzstoffe
- wobei sich die Gewichtsprocente zu 100,0 Gew.-% addieren.

Dabei umfasst das (Meth)acrylpolymer, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht, vorzugsweise

- a) 50,0 bis 100,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise 60,0 bis 100,0 Gew.-%, besonders bevorzugt 75,0 bis 100,0 Gew.-%, insbesondere 85,0 bis 99,5 Gew.-%, Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12, zweckmäßigerweise 1 bis 8, insbesondere 1 bis 4, Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
- b) 0,0 bis 40,0 Gew.-%, vorzugsweise 0,0 bis 25,0 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 15,0 Gew.-%, Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12, zweckmäßigerweise 1 bis 8, insbesondere 1 bis 4, Kohlenstoffatomen im Alkylrest und

c) 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I),

wobei sich die Gewichtsprocente zu 100,0 Gew.-% addieren.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält das (Meth)acrylpolymer, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 50,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 60,0 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 75,0 Gew.-%, insbesondere mindestens 85,0 Gew.-% Methylmethacrylat-Wiederholungseinheiten.

Weiterhin weist das (Meth)acrylpolymer vorzugsweise ein Zahlenmittel des Molekulargewichtes im Bereich von 1.000 bis 100.000.000 g/mol, vorzugsweise im Bereich von 10.000 bis 1.000.000 g/mol, insbesondere im Bereich von 50.000 bis 500.000 g/mol auf. Dabei kann das Molekulargewicht, beispielsweise mittels Gelpermeationschromatographie unter Eichung auf Polystyrol ermittelt werden.

Derartige Mischungen können auf verschiedene Weise hergestellt werden. Man kann beispielsweise die Dispersion des Kern-Schale-Teilchens mit einer wässrigen Dispersion der Abmischkomponente vermischen und die Mischung koagulieren, die Wasserphase abtrennen und das Koagulat zu einer Formmasse verschmelzen. Bei diesem Verfahren lässt sich eine besonders gleichmäßige Vermischung der beiden Massen erzielen. Die Komponenten können auch getrennt hergestellt und isoliert und in Form ihrer Schmelzen oder als Pulver oder Granulate gemischt und in einem Mehrschneckenextruder oder auf einem Walzenstuhl homogenisiert werden.

Übliche Zusätze können in jeder dazu geeigneten Verarbeitungsstufe zugemischt werden. Dazu zählen u. a. Farbstoffe, Pigmente, Füllstoffe, Verstärkungsfasern, Gleitmittel, UV-Schutzmittel usw..

Im Rahmen einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Formmasse, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht, 0,1 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,5 bis 5,0 Gew.-%, insbesondere 1,0 bis 4,0 Gew.-%, eines weiteren Polymerisates (AP), welches im Vergleich mit dem (Meth)acrylpolymer ein um mindestens 10 %, vorzugsweise mindestens 50 %, insbesondere mindestens 100 % höheres Gewichtsmittel des Molekulargewichtes aufweist. Dabei kann das Molekulargewicht, beispielsweise mittels Gelpermeationschromatographie unter Eichung auf Polystyrol ermittelt werden.

Erfindungsgemäß besonders geeignete Polymerisate (AP) umfassen, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht, vorzugsweise

- a) 50,0 bis 100,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise 60,0 bis 100,0 Gew.-%, besonders bevorzugt 75,0 bis 100,0 Gew.-%, insbesondere 85,0 bis 99,5 Gew.-%, Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12, zweckmäßigerweise 1 bis 8, insbesondere 1 bis 4, Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
- b) 0,0 bis 40,0 Gew.-%, vorzugsweise 0,0 bis 25,0 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 15,0 Gew.-%, Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20, vorzugsweise 1 bis 12, zweckmäßigerweise 1 bis 8, insbesondere 1 bis 4, Kohlenstoffatomen im Alkylrest und
- c) 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I),

wobei sich die Gewichtsprozentage zu 100,0 Gew.-% addieren.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält das Polymerisat (AP), bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 50,0 Gew.-%, zweckmäßigerweise mindestens 60,0 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 75,0 Gew.-%, insbesondere mindestens 85,0 Gew.-% Methylmethacrylat-Wiederholungseinheiten.

Weiterhin weist das Polymerisat (AP) vorzugsweise ein Gewichtsmittel des Molekulargewichtes im Bereich von 10.000 bis 100.000.000 g/mol, vorzugsweise im Bereich von 50.000 bis 5.000.000 g/mol, zweckmäßigerweise im Bereich von 100.000 bis 1.000.000 g/mol, insbesondere im Bereich von 250.000 bis 600.000 g/mol auf. Dabei kann das Molekulargewicht, beispielsweise mittels Gelpermeationschromatographie unter Eichung auf Polystyrol ermittelt werden.

Abmischungen der Kern-Schale-Teilchen, insbesondere mit Polymethylmethacrylat, eignen sich insbesondere zur Herstellung von Formkörpern, zweckmäßigerweise mit einer Wanddicke über 1 mm, wie extrudierten Bahnen von 1 bis 10 mm Dicke, die sich gut stanzen lassen und beispielsweise zur Herstellung bedruckbarer Blenden für Elektrogeräte brauchbar sind, oder zur Herstellung von gespritzten Formkörpern hoher Qualität, z. B. Kraftfahrzeugscheiben. Dünnere Folien von beispielsweise 50  $\mu$ m Dicke können ebenfalls daraus hergestellt werden.

Die erfindungsgemäß erhältlichen Formartikel zeichnen sich

- \* vorzugsweise durch eine Vicat-Erweichungstemperatur nach ISO 306 (B50) von mindestens 85 °C, bevorzugt von mindestens 90 °C und besonders bevorzugt von mindestens 93 °C,
- \* vorzugsweise durch eine Kerbschlagzähigkeit KSZ (Izod 180/1eA) nach ISO 180 von mindestens 5,8 kJ/m<sup>2</sup>, günstigerweise größer 6,0 kJ/m<sup>2</sup>, bei 23 °C und vorzugsweise von mindestens 3,7 kJ/m<sup>2</sup> bei -20°C und
- \* vorzugsweise durch einen E-Modul nach ISO 527-2 von mindestens 1450 MPa

aus.

Im Rahmen einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die erfindungsgemäßen Formkörper als Spiegelgehäuse oder Spoiler eines Fahrzeugs, als Rohr, als eine Folie für Sportartikel, als Abdeckung oder als Bauelement eines Kühlschranks eingesetzt.

Die nachfolgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele dienen zur Erläuterung der vorliegenden Erfindung, ohne dass hierdurch eine Beschränkung des Erfindungsgedankens erfolgen soll.

### I. Kern-Schale-Teilchen

#### A. Herstellung des Saatlatex

Ein Saatlatex wurde mittels Emulsionspolymerisation einer Monomerzusammensetzung enthaltend 98 Gew.-% Ethylacrylat und 2 Gew.-% Allylmethacrylat hergestellt. Diese im Durchmesser ca. 20 nm großen Partikel lagen zu ca. 10 Gew.-% in Wasser vor.



## B. Herstellung der Kern-Schale-Teilchen

Alle im folgenden beschriebenen Kern-Schale-Teilchen wurden mittels Emulsionspolymerisation gemäß der nachfolgenden allgemeinen Herstellungsverfahren hergestellt. Dabei wurden die in Tabelle 1 angegebenen Emulsionen I bis III eingesetzt.

Bei 83 °C (Kessel-Innentemperatur) wurden unter Rühren 19,416 kg Wasser in einem Polymerisationskessel vorgelegt. Es erfolgte eine Zugabe von 16,2 g Natriumcarbonat und 73 g Saatlatex. Anschließend wurde die Emulsion I über 1 h zudosiert. 10 min nach Zulaufende der Emulsion I wurde die Emulsion II über einen Zeitraum von ca. 2 h zudosiert. Anschließend wurde ca. 90 min nach Zulaufende der Emulsion II Emulsion III über einen Zeitraum von ca. 1 h zudosiert. 30 min nach Zulaufende der Emulsion III wurde auf 30 °C abgekühlt.

Zur Separation der Kern-Schale-Teilchen wurde die Dispersion über 2 d bei -20 °C eingefroren, danach wieder aufgetaut und die koagulierte Dispersion über ein Filtergewebe abgetrennt. Die Trocknung des Feststoffs erfolgte bei 50 °C im Trockenschrank (Dauer: ca. 3 d).

Die Teilchengröße der Kern-Schale-Teilchen (s. Tabelle 2) wurde mit Hilfe eines Coulter N4 Gerätes bestimmt, wobei die Partikel in Dispersion vermessen wurden.

Tabelle 1: Zusammensetzung der einzelnen Emulsionen (alle Angaben in [g])

	<b>VB1</b>	<b>VB2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>
<b>Emulsion I</b>					
Wasser	8109,65	8109,65	8109,65	8109,65	8109,65
Natriumpersulfat	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24
Aerosol OT 75	65,88	65,88	65,88	65,88	65,88
Methylmethacrylat	14216,72	14216,72	14216,72	14216,72	14216,72
Ethylacrylat	593,6	593,6	593,6	593,6	593,6
Allylmethacrylat	29,68	29,68	29,68	29,68	29,68
<b>Emulsion II</b>					
Wasser	7081,18	7081,18	7081,18	7081,18	7081,18
Natriumpersulfat	18,59	18,59	18,59	18,59	18,59
Aerosol OT 75	84,71	84,71	84,71	84,71	84,71
Butylacrylat	15454,8	18793,8	17839,8	17744,4	17649
Styrol	3453,48		954	954	954
Allylmethacrylat	171,72	286,2	286,2	381,6	477
<b>Emulsion III</b>					
Wasser	2992,59	2992,59	2992,59	2992,59	2992,59
Natriumpersulfat	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24
Aerosol OT 75	10,59	10,59	10,59	10,59	10,59
Methylmethacrylat	7632	7632	7632	7632	7632
Ethylacrylat	848	848	848	848	848

## II. Formmassen

### A. Abmischung der Formmassen

Eine Formmasse auf Polymethylmethacrylat-Basis, PLEXIGLAS® 7 N (Fa. Röhm GmbH & Co. KG, Darmstadt) wurde mit den jeweiligen Kern-Schale-Teilchen mittels Extruder abgemischt. Die Zusammensetzungen der einzelnen Beispiele und Vergleichsbeispiele sind in Tabelle 2 dokumentiert.

### B. Prüfung der Formmassen

Aus den abgemischten Formmassen wurden Prüfkörper hergestellt. Die Formmassen bzw. die entsprechenden Prüfkörper wurden gemäß den folgenden Messmethoden geprüft:

- Schmelzviskosität  $\eta_s$  (220 °C/5 MPa): DIN 54811 (1984)
- Strangaufweitung B: DIN 54811 (1984)
- Vicat-Erweichungstemperatur (16 h/80 °C): DIN 150 306 (Aug. 1994)
- Izod - Kerbschlagzähigkeit: ISO 180 (1993)
- Charpy - Kerbschlagzähigkeit: ISO 179 (1993)
- E-Modul: ISO 527-2

Die Ergebnisse der Prüfungen sind ebenfalls in Tabelle 2 zu sehen.

Man erkennt eindeutig die Vorteile der erfindungsgemäßen Abmischungen gegenüber den herkömmlich schlagzähmodifizierten Formmassen (Vergleich A und B):

⇒ Bei vergleichbarem Gehalt der Kern-Schale-Teilchen (< 40 Gew.-%) liegt die Kerbschlagzähigkeit der erfindungsgemäßen Formmassen bei -20 °C deutlich höher als die der Vergleichsformmassen. Dabei weisen alle Mischungen eine vergleichbare Kerbschlagzähigkeit bei Raumtemperatur auf.

- ⇒ Auch eine Zähphase ohne Styrol führt zu keiner Verbesserung der Kältekerbschlagzähigkeit der entsprechenden Formmassen.
- ⇒ Die gute Kältekerbschlagzähigkeit wird erreicht, ohne die anderen wichtigen Eigenschaften der Formmassen, insbesondere die Viskosität, die Vicat-Erweichungstemperatur und den E-Modul zu verschlechtern.
- ⇒ Im Vergleich zu den in den Patenten DE 22 53 689, DE 41 21 652 und DE 41 36 993 offenbarten Formmassen wird eine deutlich geringere Menge an Kern-Schale-Teilchen benötigt, um eine vergleichbare Kerbschlagzähigkeit bei tiefen Temperaturen zu erreichen.

Tabelle 2: Prüfergebnisse der schlagzähmodifizierten Formmassen

Abmischung	Vergleich A	Vergleich B	A	B	C
Kern-Schale-Teilchen	VB1	VB2	B1	B2	B3
Teilchenradius [nm]	190	168	190	176	178
Gehalt an Kern-Schale-Teilchen in Plexiglas® 7N [Gew.-%]	38,4	38,4	38,6	38,8	39
Viskosität $\eta_s$ [Pa s]	3210	3160	3510	3400	3850
Strangaufweitung B [%]	3,8	5	3,5	1,4	0,9
Vicat-Erweichungstemperatur [°C]	95,6	95,9	98	98,5	98,3
Izod - Kerbschlagzähigkeit					
23°C: [kJ/m <sup>2</sup> ]	6,2	3,8	6,4	6,4	6,4
-10°C: [kJ/m <sup>2</sup> ]	4,1		4,6	4,8	4,7
-20°C: [kJ/m <sup>2</sup> ]	2,7	1,7	3,9	4,3	4,3
Charpy - Kerbschlagzähigkeit	7,4		7,3	7,4	7,4
23°C: [kJ/m <sup>2</sup> ]	3,9		4,9	4,7	5,0
-10°C: [kJ/m <sup>2</sup> ]	2,9		4,0	4,7	4,6
-20°C: [kJ/m <sup>2</sup> ]					
E-Modul [MPa]	1660		1550	1620	1650

## Patentansprüche

1. Kern-Schale-Teilchen, das einen Kern, eine erste Schale und gegebenenfalls einer zweiten Schale aufweist, wobei:
- i) der Kern, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten umfasst;
  - ii) die erste Schale eine Glasübergangstemperatur kleiner 30 °C aufweist;
  - iii) die gegebenenfalls vorhandene zweite Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten umfasst;
- dadurch gekennzeichnet, dass
- iv) die erste Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, die nachstehenden Bestandteile umfasst:
- E) 92,0 bis 98,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten und
  - F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)



wobei die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, ein Halogen, eine C<sub>1-6</sub>-Alkylgruppe oder eine C<sub>2-6</sub>-Alkenylgruppe bezeichnen und der Rest R<sup>6</sup> Wasserstoff oder eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen ist, wobei sich die Gewichtsprozentage von E) und F) zu 100,0 Gew.-% addieren,

und dass

- v) der Radius des Kern-Schale-Teilchens inklusive der gegebenenfalls vorhandenen zweiten Schale, gemessen nach dem Coulter-Verfahren, im Bereich von größer 160,0 bis 240,0 nm liegt.
2. Kern-Schale-Teilchen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht,
- i) der Kern 5,0 bis 50,0 Gew.-%,
  - ii) die erste Schale 20,0 bis 75,0 Gew.-% und
  - iii) die zweite Schale 0,0 bis 50,0 Gew.-%
- ausmacht, wobei sich die Gewichtsprozent zu 100,0 Gew.-% addieren.
3. Kern-Schale-Teilchen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht,
- A) 50,0 bis 99,9 Gew.-% Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
  - B) 0,0 bis 40,0 Gew.-% Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
  - C) 0,1 bis 2,0 Gew.-% vernetzende Wiederholungseinheiten und
  - D) 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)
- umfasst, wobei sich die Gewichtsprozent zu 100,0 Gew.-% addieren.

4. Kern-Schale-Teilchen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht, 80,0 bis 99,0 Gew.-% Methylmethacrylat-Wiederholungseinheiten und 1,0 bis 20,0 Gew.-% Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylrest enthält, wobei sich die Gewichtsprozentage zu 100,0 Gew.-% addieren.
5. Kern-Schale-Teilchen nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schale, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht,
  - E-1) 90,0 bis 97,9 Gew.-% Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und/oder Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 7 bis 14 Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
  - E-2) 0,1 bis 2,0 Gew.-% vernetzende Wiederholungseinheiten und
  - F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)umfasst, wobei sich die Gewichtsprozentage zu 100,0 Gew.-% addieren.
6. Kern-Schale-Teilchen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und/oder Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 7 bis 14 Kohlenstoffatomen im Alkylrest Butylacrylat- und/oder Dodecylmethacrylat-Wiederholungseinheiten sind.
7. Kern-Schale-Teilchen nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es eine zweite Schale aufweist, welche, jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht,
  - G) 50,0 bis 100,0 Gew.-% Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest,



- H) 0,0 bis 40,0 Gew.-% Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und
- I) 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)
- umfasst, wobei sich die Gewichtsprozentage zu 100,0 Gew.-% addieren.
8. Kern-Schale-Teilchen nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern eine Glasübergangstemperatur von mindestens 30 °C aufweist.
9. Kern-Schale-Teilchen nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es eine zweite Schale aufweist, welche eine Glasübergangstemperatur von mindestens 30 °C aufweist.
10. Verfahren zur Herstellung eines Kern-Schale-Teilchens gemäß mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass man eine mehrstufige Emulsionspolymerisation durchführt.
11. Formmasse enthaltend jeweils bezogen auf ihr Gesamtgewicht:
- A) 1,0 bis 50,0 Gew.-% mindestens eines Kern-Schale-Teilchens gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9;
- B) 1,0 bis 99,0 Gew.-% mindestens eines (Meth)acrylpolymeres,
- C) 0,0 bis 45 Gew.-% Styrol-Acrylnitril-Copolymere, und
- D) 0,0 bis 10,0 Gew.-% weiterer Zusatzstoffe
- wobei sich die Gewichtsprozentage zu 100,0 Gew.-% addieren.

12. Formmasse gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das (Meth)acryl)polymer, jeweils bezogen auf sein Gesamtgewicht,
- a) 50,0 bis 100,0 Gew.-% Alkylmethacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest,
  - b) 0,0 bis 40,0 Gew.-% Alkylacrylat-Wiederholungseinheiten mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen im Alkylrest und
  - c) 0,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I)
- umfasst, wobei sich die Gewichtsprocente zu 100,0 Gew.-% addieren.
13. Formmasse gemäß Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Formmasse Styrol-Acrylnitril-Copolymere enthält, wobei die Styrol-Acrylnitril-Copolymere durch Polymerisation einer Mischung erhalten wurden, die aus
- 70 bis 92 Gew.-% Styrol
  - 8 bis 30 Gew.-% Acrylnitril und
  - 0 bis 22 Gew.-% weiterer Comonomere, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der zu polymerisierenden Monomere, besteht.
14. Formmasse gemäß mindestens einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, 0,1 bis 10 Gew.-% eines weiteren Polymerisates enthält, welches im Vergleich mit dem (Meth)acryl)polymer B) ein um mindestens 10 % höheres Gewichtsmittel des Molekulargewichtes aufweist.
15. Formartikel erhältlich aus einer Formmasse gemäß mindestens einem der Ansprüche 11 bis 14.

16. Formartikel gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Formartikel eine Vicat-Erweichungstemperatur nach ISO 306 (B50) von mindestens 85 °C, bevorzugt von mindestens 90 °C und besonders bevorzugt von mindestens 93 °C, eine Kerbschlagzähigkeit KSZ (Izod 180/1eA) nach ISO 180 von mindestens 5,8 kJ/m<sup>2</sup> bei 23 °C und von mindestens 3,7 kJ/m<sup>2</sup> bei -20°C, einen E-Modul nach ISO 527-2 von mindestens 1500 MPa, aufweist.
17. Formartikel gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkörper ein Spiegelgehäuse oder ein Spoiler eines Fahrzeugs, ein Rohr, eine Folie für Sportgeräte, eine Abdeckung oder ein Bauelement eines Kühlschranks ist.

(12) NACH DEM VERT... ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/056892 A3(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C08F 265/04,  
265/06, 285/00, C08L 51/00, 55/02, 33/00HÖSS, Werner [DE/DE]; Hohe Bergstrasse 43, 63150  
Heusenstamm (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011541

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Oktober 2003 (18.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 60 065.1 19. Dezember 2002 (19.12.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): RÖHM GMBH & CO. KG [DE/DE]; Kirschenallee,  
64293 Darmstadt (DE).(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

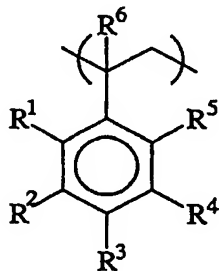
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHULTES, Klaus  
[DE/DE]; Heinrich-von-Brentano-Strasse 17, 65197 Wies-  
baden (DE). MÜLLER, Reiner [DE/DE]; Schillerstrasse  
12, 64584 Biebesheim (DE). SPIESS, Andreas [DE/DE];  
Steinweg 55a, 64807 Dieburg (DE). ALBRECHT, Klaus  
[DE/DE]; Vogelsbergstrasse 43, 55129 Mainz (DE).

## Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CORE AND SHELL PARTICLE FOR MODIFYING IMPACT RESISTANCE OF A MOULDBLE  
POLY(METH)ACRYLATE MATERIAL(54) Bezeichnung: KERN-SCHALE-TEILCHEN ZUR SCHLAGZÄHMODIFIZIERUNG VON POLY(METH)  
ACRYLAT-FORMMASSEN

(I)

(57) Abstract: The invention relates to a core and shell particle comprising a core, a first  
shell and eventually a second shell. Said core consists of at least 75.0 mass % (meth)acry-  
late repeating units with respect to the total mass thereof. The first shell has an internal  
glass transition temperature of 30 °C. The second shell consists of at least 75.0 mass %  
(meth)acrylate repeating units with respect to the total mass thereof. The first shell con-  
tains the following elements with respect to the total mass thereof: E) 92,0 to 98,0 mass  
% (meth)acrylate repeating units and F) 2,0 to 8,0 mass % styrene repeating units of the  
formula (i), wherein groups from R<sup>1</sup> to R<sup>6</sup> are defined in the claim and the mass percent-  
ages of E) and F) are summarised in such a way that they form 100 mass %. The radius of  
the core and shell particle, including the eventual second shell, which is measured using  
the Coulter principle ranges from 160,0 to 240,0 nm. A method for producing the core  
and shell particle on a mouldable material containing it and for using said core and shell particle is also disclosed.(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kern-Schale-Teilchen, das einen Kern, eine erste Schale und gege-  
benenfalls eine zweite Schale aufweist, wobei: i) der Kern, bezogen auf sein Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-  
Wiederholungseinheiten umfasst; ii) die erste Schale eine Glasübergangstemperatur kleiner 30 °C aufweist; iii) die gegebenen-  
falls vorhandene zweite Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, mindestens 75,0 Gew.-% (Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten  
umfasst; iv) die erste Schale, bezogen auf ihr Gesamtgewicht, die nachstehenden Bestandteile umfasst: E) 92,0 bis 98,0 Gew.-%  
(Meth)acrylat-Wiederholungseinheiten und F) 2,0 bis 8,0 Gew.-% styrolische Wiederholungseinheiten der allgemeinen Formel (I),  
wobei die Reste R<sup>1</sup> bis R<sup>6</sup> gemäss der Beschreibung definiert sind und sich die Gewichtsprozente von E) und F) zu 100,0 Gew.-%  
addieren, v) der Radius des Kern-Schale-Teilchens inklusive der gegebenenfalls vorhandenen zweiten Schale, gemessen nach dem  
Coulter-Verfahren, im Bereich von grösser 160,0 bis 240,0 nm liegt. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur  
Herstellung von Kern-Schale-Teilchen, eine Formmasse enthaltend Kern-Schale-Teilchen sowie deren Verwendung.



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

17. März 2005

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11541

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C08F265/04 C08F265/06 C08F285/00 C08L51/00 C08L55/02  
C08L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C08F C08L C09D C09J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96/37531 A (ICI PLC ;FRASER IAN MUIR (GB); TREADGOLD JONATHAN MARK (GB)) 28 November 1996 (1996-11-28) * Zusammenfassung ; Seite 5, Zeile 14-18 ; Seite 6, Zeile 26 ; Seite 3, Zeile 10 - Seite 8, Zeile 12 ; Ansprüche 1,2,7,8 ; Beispiele ; Seite 7, Zeile 9-17 ; Seite 12, Zeile 6-8 * page 9, lines 27-29; claims 9,10	1-12, 15-17
X	EP 0 542 036 A (BASF AG) 19 May 1993 (1993-05-19)	1-12, 14-17
Y	* Seite 3, Zeile 35-57,3-30 ; Seite 4, Zeile 34-42 ; Seite 5, Zeile 7, 42-43 ; Seite 6, Zeile 12-13 ; Ansprüche 1-4 ; Zusammenfassung ; Seite 7, Zeile 28-33 * page 4, lines 30,31	13
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 January 2005

Date of mailing of the international search report

26 JAN 2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hammond, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/11541

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 513 118 A (ARNDT PETER J ET AL) 23 April 1985 (1985-04-23)	1-12, 14-17
Y	* Zusammenfassung ; Ansprüche 1-4 ; Spalte 3, Zeile 35-52 ; Spalte 4, Zeile 25 "styrene" ; Spalte 4, Zeile 17-24 ; Beispiele ; Spalte 6, Zeile 7-43 * column 2, line 49 - column 6, line 43	13
Y	US 5 393 836 A (NIESSNER NORBERT ET AL) 28 February 1995 (1995-02-28) abstract claims 1-4 column 4, line 10 column 3, lines 43-54	13
Y	EP 0 576 960 A (BASF AG) 5 January 1994 (1994-01-05) claims 1,2 page 2, lines 54,55 page 9, line 41	13
Y	US 4 543 383 A (SCHELLHAAS WALTER ET AL) 24 September 1985 (1985-09-24) * Spalte 2, Zeile 64-68 ; Spalte 3, Zeile 16-31 * column 3, lines 16-31; claim 1	1-12, 14-17
Y	US 3 793 402 A (OWENS F) 19 February 1974 (1974-02-19) * Beispiel 8 ; Ansprüche 1,4,5,9,19 ; Spalte 5, Zeile 10-12 * column 7, lines 18-25; claims 1-23	1-12, 14-17
A	US 5 475 055 A (DECKERS ANDREAS ET AL) 12 December 1995 (1995-12-12) abstract claim 1	1-17
A	US 4 521 568 A (HIRANO HIROYUKI ET AL) 4 June 1985 (1985-06-04) * Ansprüche 1-11 ; Spalte 3, Zeile 39-42 ; Spalte 2, Zeile 63 "styrene" ; Beispiele * column 2, line 40 - column 6, line 8	1-17
A	US 5 726 245 A (NUMRICH UWE ET AL) 10 March 1998 (1998-03-10) * Anspruch 1 * column 4, lines 18-47; example 1	1-17
A	US 5 286 801 A (BESECKE SIEGMUND ET AL) 15 February 1994 (1994-02-15) * Zusammenfassung * column 2, line 20 - column 4, line 21	1-17
	-/--	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11541

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 270 397 A (RHEIN THOMAS ET AL) 14 December 1993 (1993-12-14) * Anspruch 1 ; Spalte 4, Zeile 54, 52-60 ; Spalte 4, Zeile 46 * column 4, line 61 - column 5, line 17	1-17
A	US 6 228 938 B1 (OTT KARL-HEINZ ET AL) 8 May 2001 (2001-05-08) claims 1-20	13



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 03/11541

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**See supplemental sheet**

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box II

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-10

Core-shell particles (and manufacturing process) with a core, a first shell and optionally a second shell, wherein (i) the core, (ii) the first shell, and (iii) the optional second shell are as defined in claim 1.

2. Claims 11-14

Moulding compound containing components (A), (B), (C) and (D) as defined in claim 11, but characterised in particular in that (B) is further defined in claim 12, (C) is further defined in claim 13, and (D) is further defined in claim 14.

3. Claims 15-17

Moulded article OBTAINABLE from a moulding compound as defined in claim 15.

(Claim 17 is considered to relate to a "moulded article as per claim 15...".)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCI/EP 03/11541

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9637531	A	28-11-1996	EP 0745622 A1 AT 191491 T CA 2220411 A1 CN 1185165 A ,C DE 69607613 D1 DE 69607613 T2 DK 828772 T3 WO 9637531 A1 EP 0828772 A1 ES 2145453 T3 JP 11505871 T PT 828772 T TW 442502 B US 6172135 B1	04-12-1996 15-04-2000 28-11-1996 17-06-1998 11-05-2000 17-08-2000 14-08-2000 28-11-1996 18-03-1998 01-07-2000 25-05-1999 31-07-2000 23-06-2001 09-01-2001
EP 0542036	A	19-05-1993	DE 4136993 A1 EP 0542036 A1	13-05-1993 19-05-1993
US 4513118	A	23-04-1985	DE 3300526 A1 DE 3374202 D1 EP 0113924 A2 JP 1902283 C JP 6029304 B JP 59136313 A	12-07-1984 03-12-1987 25-07-1984 08-02-1995 20-04-1994 04-08-1984
US 5393836	A	28-02-1995	DE 4241555 A1 DE 59308163 D1 EP 0601473 A1	16-06-1994 26-03-1998 15-06-1994
EP 0576960	A	05-01-1994	DE 4221293 A1 DE 59307530 D1 EP 0576960 A2 ES 2107587 T3 JP 6057154 A US 5475053 A	05-01-1994 20-11-1997 05-01-1994 01-12-1997 01-03-1994 12-12-1995
US 4543383	A	24-09-1985	DE 2951045 A1 CA 1173589 A1 EP 0030999 A2 JP 1004525 B JP 1523195 C JP 56100814 A	09-07-1981 28-08-1984 01-07-1981 26-01-1989 12-10-1989 13-08-1981
US 3793402	A	19-02-1974	AR 194849 A1 AT 331508 B AT 940672 A AU 476645 B2 AU 4848072 A BE 790157 A4 CA 973648 A1 CH 562285 A5 DE 2253689 A1 FR 2159882 A6 GB 1414187 A IL 40734 A IT 1045246 B JP 57044641 A JP 1199485 C	24-08-1973 25-08-1976 15-11-1975 30-09-1976 02-05-1974 16-04-1973 26-08-1975 30-05-1975 10-05-1973 22-06-1973 19-11-1975 31-05-1976 10-05-1980 13-03-1982 05-04-1984

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/11541

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3793402	A		JP 48055233 A JP 55027576 B NL 7214935 A , B, NO 142223 B SE 391942 B ZA 7207741 A	03-08-1973 22-07-1980 08-05-1973 08-04-1980 07-03-1977 19-12-1973
US 5475055	A	12-12-1995	DE 4226750 A1 DE 59304263 D1 EP 0582951 A2 ES 2093336 T3	17-02-1994 28-11-1996 16-02-1994 16-12-1996
US 4521568	A	04-06-1985	JP 1291475 C JP 57200412 A JP 60017406 B	29-11-1985 08-12-1982 02-05-1985
US 5726245	A	10-03-1998	DE 19544563 A1 AT 203253 T DE 59607309 D1 DK 776931 T3 EP 0776931 A1 ES 2160199 T3 JP 9176432 A TW 455611 B	05-06-1997 15-08-2001 23-08-2001 24-09-2001 04-06-1997 01-11-2001 08-07-1997 21-09-2001
US 5286801	A	15-02-1994	DE 4114641 A1 DE 59202659 D1 EP 0512333 A1	05-11-1992 03-08-1995 11-11-1992
US 5270397	A	14-12-1993	DE 4121652 A1 AT 149036 T DE 59208045 D1 EP 0522351 A1 ES 2099769 T3 JP 6093056 A	07-01-1993 15-03-1997 27-03-1997 13-01-1993 01-06-1997 05-04-1994
US 6228938	B1	08-05-2001	DE 4214939 A1 DE 4214940 A1 DE 4214942 A1 DE 59301433 D1 EP 0568875 A2 ES 2083220 T3 JP 3456661 B2 JP 6087995 A	11-11-1993 11-11-1993 11-11-1993 29-02-1996 10-11-1993 01-04-1996 14-10-2003 29-03-1994

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/11541

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C08F265/04 C08F265/06 C08F285/00 C08L51/00 C08L55/02  
C08L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C08F C08L C09D C09J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96/37531 A (ICI PLC ;FRASER IAN MUIR (GB); TREADGOLD JONATHAN MARK (GB)) 28. November 1996 (1996-11-28) * Zusammenfassung ; Seite 5, Zeile 14-18 ; Seite 6, Zeile 26 ; Seite 3, Zeile 10 - Seite 8, Zeile 12 ; Ansprüche 1,2,7,8 ; Beispiele ; Seite 7, Zeile 9-17 ; Seite 12, Zeile 6-8 * Seite 9, Zeilen 27-29; Ansprüche 9,10	1-12, 15-17
X	EP 0 542 036 A (BASF AG) 19. Mai 1993 (1993-05-19)	1-12, 14-17
Y	* Seite 3, Zeile 35-57,3-30 ; Seite 4, Zeile 34-42 ; Seite 5, Zeile 7, 42-43 ; Seite 6, Zeile 12-13 ; Ansprüche 1-4 ; Zusammenfassung ; Seite 7, Zeile 28-33 * Seite 4, Zeilen 30,31	13
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26 JAN 2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hammond, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 513 118 A (ARNDT PETER J ET AL) 23. April 1985 (1985-04-23)	1-12, 14-17
Y	* Zusammenfassung ; Ansprüche 1-4 ; Spalte 3, Zeile 35-52 ; Spalte 4, Zeile 25 "styrene" ; Spalte 4, Zeile 17-24 ; Beispiele ; Spalte 6, Zeile 7-43 * Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 6, Zeile 43	13
Y	US 5 393 836 A (NIESSNER NORBERT ET AL) 28. Februar 1995 (1995-02-28) Zusammenfassung Ansprüche 1-4 Spalte 4, Zeile 10 Spalte 3, Zeilen 43-54	13
Y	EP 0 576 960 A (BASF AG) 5. Januar 1994 (1994-01-05) Ansprüche 1,2 Seite 2, Zeilen 54,55 Seite 9, Zeile 41	13
Y	US 4 543 383 A (SCHELLHAAS WALTER ET AL) 24. September 1985 (1985-09-24) * Spalte 2, Zeile 64-68 ; Spalte 3, Zeile 16-31 * Spalte 3, Zeilen 16-31; Anspruch 1	1-12, 14-17
Y	US 3 793 402 A (OWENS F) 19. Februar 1974 (1974-02-19) * Beispiel 8 ; Ansprüche 1,4,5,9,19 ; Spalte 5, Zeile 10-12 * Spalte 7, Zeilen 18-25; Ansprüche 1-23	1-12, 14-17
A	US 5 475 055 A (DECKERS ANDREAS ET AL) 12. Dezember 1995 (1995-12-12) Zusammenfassung Anspruch 1	1-17
A	US 4 521 568 A (HIRANO HIROYUKI ET AL) 4. Juni 1985 (1985-06-04) * Ansprüche 1-11 ; Spalte 3, Zeile 39-42 ; Spalte 2, Zeile 63 "styrene" ; Beispiele * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 8	1-17
A	US 5 726 245 A (NUMRICH UWE ET AL) 10. März 1998 (1998-03-10) * Anspruch 1 * Spalte 4, Zeilen 18-47; Beispiel 1	1-17
A	US 5 286 801 A (BESECKE SIEGMUND ET AL) 15. Februar 1994 (1994-02-15) * Zusammenfassung * Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 21	1-17
	----- -/--	

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/11541

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 270 397 A (RHEIN THOMAS ET AL) 14. Dezember 1993 (1993-12-14) * Anspruch 1 ; Spalte 4, Zeile 54, 52-60 ; Spalte 4, Zeile 46 * Spalte 4, Zeile 61 - Spalte 5, Zeile 17 -----	1-17
A	US 6 228 938 B1 (OTT KARL-HEINZ ET AL) 8. Mai 2001 (2001-05-08) Ansprüche 1-20 -----	13

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/11541

## Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

## Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
  
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.



## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

## 1. Ansprüche: 1-10

Kern-Schale-Teilchen (und Herstellungsverfahren), das einen Kern, eine erste Schale und gegebenenfalls einer zweiten Schale aufweist, wobei (i) der Kern, (ii) die erste Schale, und (iii) die gegebenenfalls zweite Schale, sind als in dem Anspruch 1 definiert.

---

## 2. Ansprüche: 11-14

Formmasse enthaltend die Komponente (A),(B),(C) und (D) als in dem Anspruch 11 definiert, aber in besonders dadurch gekennzeichnet für Anspruch 12, dass (B) weiter definiert ist; für Anspruch 13, dass (C) weiter definiert ist; für Anspruch 14, dass (D) weiter definiert ist.

---

## 3. Ansprüche: 15-17

Formartikel ERHÄLTlich aus einer Formmasse als in dem Anspruch 15 definiert.  
(Anspruch 17 ist als "Formartikel gemäss Anspruch 15,..." gelesen).

---

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/11541

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9637531	A	28-11-1996	EP 0745622 A1	04-12-1996
			AT 191491 T	15-04-2000
			CA 2220411 A1	28-11-1996
			CN 1185165 A ,C	17-06-1998
			DE 69607613 D1	11-05-2000
			DE 69607613 T2	17-08-2000
			DK 828772 T3	14-08-2000
			WO 9637531 A1	28-11-1996
			EP 0828772 A1	18-03-1998
			ES 2145453 T3	01-07-2000
			JP 11505871 T	25-05-1999
			PT 828772 T	31-07-2000
			TW 442502 B	23-06-2001
			US 6172135 B1	09-01-2001
EP 0542036	A	19-05-1993	DE 4136993 A1	13-05-1993
			EP 0542036 A1	19-05-1993
US 4513118	A	23-04-1985	DE 3300526 A1	12-07-1984
			DE 3374202 D1	03-12-1987
			EP 0113924 A2	25-07-1984
			JP 1902283 C	08-02-1995
			JP 6029304 B	20-04-1994
			JP 59136313 A	04-08-1984
US 5393836	A	28-02-1995	DE 4241555 A1	16-06-1994
			DE 59308163 D1	26-03-1998
			EP 0601473 A1	15-06-1994
EP 0576960	A	05-01-1994	DE 4221293 A1	05-01-1994
			DE 59307530 D1	20-11-1997
			EP 0576960 A2	05-01-1994
			ES 2107587 T3	01-12-1997
			JP 6057154 A	01-03-1994
			US 5475053 A	12-12-1995
US 4543383	A	24-09-1985	DE 2951045 A1	09-07-1981
			CA 1173589 A1	28-08-1984
			EP 0030999 A2	01-07-1981
			JP 1004525 B	26-01-1989
			JP 1523195 C	12-10-1989
			JP 56100814 A	13-08-1981
US 3793402	A	19-02-1974	AR 194849 A1	24-08-1973
			AT 331508 B	25-08-1976
			AT 940672 A	15-11-1975
			AU 476645 B2	30-09-1976
			AU 4848072 A	02-05-1974
			BE 790157 A4	16-04-1973
			CA 973648 A1	26-08-1975
			CH 562285 A5	30-05-1975
			DE 2253689 A1	10-05-1973
			FR 2159882 A6	22-06-1973
			GB 1414187 A	19-11-1975
			IL 40734 A	31-05-1976
			IT 1045246 B	10-05-1980
			JP 57044641 A	13-03-1982
			JP 1199485 C	05-04-1984

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/11541

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3793402	A	JP 48055233 A JP 55027576 B NL 7214935 A ,B, NO 142223 B SE 391942 B ZA 7207741 A	03-08-1973 22-07-1980 08-05-1973 08-04-1980 07-03-1977 19-12-1973
US 5475055	A 12-12-1995	DE 4226750 A1 DE 59304263 D1 EP 0582951 A2 ES 2093336 T3	17-02-1994 28-11-1996 16-02-1994 16-12-1996
US 4521568	A 04-06-1985	JP 1291475 C JP 57200412 A JP 60017406 B	29-11-1985 08-12-1982 02-05-1985
US 5726245	A 10-03-1998	DE 19544563 A1 AT 203253 T DE 59607309 D1 DK 776931 T3 EP 0776931 A1 ES 2160199 T3 JP 9176432 A TW 455611 B	05-06-1997 15-08-2001 23-08-2001 24-09-2001 04-06-1997 01-11-2001 08-07-1997 21-09-2001
US 5286801	A 15-02-1994	DE 4114641 A1 DE 59202659 D1 EP 0512333 A1	05-11-1992 03-08-1995 11-11-1992
US 5270397	A 14-12-1993	DE 4121652 A1 AT 149036 T DE 59208045 D1 EP 0522351 A1 ES 2099769 T3 JP 6093056 A	07-01-1993 15-03-1997 27-03-1997 13-01-1993 01-06-1997 05-04-1994
US 6228938	B1 08-05-2001	DE 4214939 A1 DE 4214940 A1 DE 4214942 A1 DE 59301433 D1 EP 0568875 A2 ES 2083220 T3 JP 3456661 B2 JP 6087995 A	11-11-1993 11-11-1993 11-11-1993 29-02-1996 10-11-1993 01-04-1996 14-10-2003 29-03-1994